

**CARLOS ARTHUR COELHO SCUR**

**EXPERIÊNCIA INICIAL COM A UTILIZAÇÃO DE SENSOR  
DE PRESSÃO NO TRATAMENTO ENDOVASCULAR DE  
ANEURISMAS DE TÓRAX**

**Trabalho apresentado à Universidade Federal de  
Santa Catarina, como requisito para a conclusão  
do Curso de Graduação em Medicina.**

**Florianópolis  
Universidade Federal de Santa Catarina  
2006**

**CARLOS ARTHUR COELHO SCUR**

**EXPERIÊNCIA INICIAL COM A UTILIZAÇÃO DE SENSOR  
DE PRESSÃO NO TRATAMENTO ENDOVASCULAR DE  
ANEURISMAS DE TÓRAX**

**Trabalho apresentado à Universidade Federal de  
Santa Catarina, como requisito para a conclusão  
do Curso de Graduação em Medicina.**

**Presidente do Colegiado: Prof. Dr. Maurício José Lopes Pereima**

**Orientador: Prof. Dr. Pierre Galvagni Silveira**

**Co-orientador: Prof. Dr. Gilberto do Nascimento Galego**

**Florianópolis**

**Universidade Federal de Santa Catarina**

**2006**

*A minha mãe Karla Rosani Coelho Scur,  
por me ensinar à alegria de viver.  
Obrigado por tudo MÃE!*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares, meu pai, Arthur Edmundo Arruda Scur, homem de caráter e honestidade exemplar, que me ensinou a justiça e os deveres de minha vida, obrigado Paizão. A minha mãe, Karla Rosani Coelho Scur, que de uma forma única me ensinou a ser feliz em qualquer ocasião. A minha irmã, Marina Coelho Scur, por quem tenho o carinho e o amor mais especial de todos e que desejo muito sucesso em sua jornada que esta começando. A meu tio, Luciano Coelho, provavelmente meu principal mentor no curso de medicina, a quem me espelho pelo seu conhecimento e responsabilidade.

A minha namorada, Keith Kotani, que com seu jeitinho me cativou ao longo desse tempo e hoje é uma dos meus portos seguros, agradeço por tudo que me ensinou e pelo que compartilhamos juntos, te amo.

A meu orientador, Professor Pierre Galvagni Silveira, minha admiração por seu profissionalismo com que exerce em sua medicina.

Aos meus colegas de faculdade e agora amigos, que são muitos e não precisarei citar um por um aqui, pois cada um deles sabe o quanto valorizo nossa amizade.

A Marcio Vettorazzi, parceiro de muito tempo, amigo e irmão pra qualquer ocasião, dedico esse trabalho também a ti, como forma de minha gratidão por tudo que já passamos juntos.

A Jeremias Mozachi Sandri, meu primeiro amigo no curso de medicina, meu parceiro de dupla no internato e meu anjo da guarda que possui até nome bíblico, obrigado por tudo meu amigo.

A Andrei Alves de Queiroz e sua família, repetirei aqui o mesmo agradecimento feito a mim em seu trabalho, pois eu não seria capaz de descrever de forma melhor: “colega de faculdade, parceiro dos principais momentos de alegrias e tristezas nos últimos anos. Também a sua família, que já é quase minha família também”.

A Adrian Joseph Tannouri, dono de um caráter e personalidade invejável. Obrigado meu *brother* pela ajuda na realização deste trabalho.

A Pedro José Tomaselli, uma das pessoas mais dóceis e dedicadas que já tive o prazer de conhecer e de poder chamar de meu amigo. Também agradeço pela ajuda na realização deste trabalho.

A Odair Hipólito, colega de faculdade e grande amigo nesses últimos tempos.

A todos médicos, residentes, colegas e funcionários do HU e demais hospitais que estagiei e que de uma forma ou de outra me auxiliaram na minha formação como médico.

Aos professores que encontrei ao longo do caminho e que me ensinaram a ter compaixão e empatia por meus pacientes.

## RESUMO

**Objetivo:** Relatar a experiência inicial do uso de sensor de pressão em pacientes portadores de aneurisma de aorta torácica tratados por técnica de reparo endovascular (EVAR).

**Métodos:** Foi obtida a aprovação do Comitê de Ética. O sensor de pressão foi inserido através do mesmo acesso usado para inserção da endoprótese. O sensor foi interrogado inicialmente para confirmar seu funcionamento. As medidas de pressão foram obtidas no 1 e 30 dia pós-operatório. No paciente número um também foi realizado o controle no sexto mês.

**Resultados:** O sensor foi adequadamente inserido no interior do aneurisma torácico descendente. No paciente número um os dados obtidos no 1º dia pós-operatório revelam uma pressão média de 62 mm Hg e uma pressão de pulso de 44 mm Hg. Com 30 dias de pós-operatório foi encontrado uma pressão média de 46 mm Hg e um decréscimo da pressão de pulso para 16 mm Hg. Os valores obtidos com 6 meses de pós-operatório mostraram uma pressão média de 14 mm Hg e uma pressão de pulso de 6 mm Hg. No paciente número dois os dados obtidos no 1º dia pós-operatório revelam uma pressão média de 116 mm Hg e uma pressão de pulso de 85 mm Hg. Nos 30 dias de pós-operatório foi encontrado uma pressão média de 94 mm Hg e um decréscimo da pressão de pulso para 43 mm Hg. No paciente número três os dados obtidos no 1º dia pós-operatório revelaram uma pressão média de 80 mm Hg e uma pressão de pulso de 46 mm Hg. Valores com 30 dias de pós-operatório mostraram uma pressão média de 64 mm Hg e um decréscimo da pressão de pulso para 27 mm Hg.

**Conclusões:** Este é o primeiro relato com sucesso de implante e utilização de sensores de pressão na aorta torácica. Em todos os casos o sensor confirmou a exclusão do aneurisma durante o procedimento.

## ABSTRACT

**Purpose:** To report the initial experience with remote pressure sensor during endovascular aneurysm repair (EVAR)

**Methods:** Institutional review board approval was obtained. The pressure sensor was inserted through the same access site used for thoracic endograft insertion. The sensor was tested initially to confirm its function. The remote pressure measurements were taken at POD #1 and 30. The first patient was also analyzed within 6 months.

**Results:** The sensor was successfully placed into the descending thoracic aneurysm. In patient number one the post-operative day #1 measurements revealed a mean pressure of 62 mm Hg and pulse pressure of 44 mm Hg. Post-operative day #30 measurements revealed a mean pressure of 46 mm Hg and pulse pressure that had decreased to 16 mm Hg. Post-operative month #6 measurements revealed a mean pressure of 14 mm Hg and pulse pressure of 6 mm Hg. In patient number two the post-operative day #1 measurements revealed a mean pressure of 116 mm Hg and pulse pressure of 85 mm Hg. Post-operative day #30 measurements revealed a mean pressure of 94 mm Hg and pulse pressure that had decreased to 43 mm Hg. In patient number three the post-operative day #1 measurements revealed a mean pressure of 80 mm Hg and pulse pressure of 46 mm Hg. Post-operative day #30 measurements revealed a mean pressure of 64 mm Hg and pulse pressure that had decreased to 27 mm Hg.

**Conclusions:** This is the first report of the successful insertion and use of a remote pressure sensor in the thoracic aorta. In all of cases the sensor had confirmed peri-procedural aneurysm exclusion.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho esquemático mostrando aorta torácica normal (A), um aneurisma de aorta torácica (B), e uma endoprótese inserida no interior do aneurisma (C) .....	3
Figura 2 – Foto da endoprótese Apollo® .....	9
Figura 3 – Desenho esquematizado de uma endoprótese Gore-Tex® em aneurismas de aorta torácica .....	9
Figura 4 – Foto do sensor de pressão da empresa CardioMEMS .....	10
Figura 5 – Foto do dispositivo de disparo do sensor de pressão CardioMEMS .....	11
Figura 6 – Foto do sistema receptor dos dados enviados pelo sensor CardioMEMS .....	11
Figura 7 - Onda de pressão e níveis pressóricos mostrados pelo sensor durante a “Leitura 1”. (A), onda de pressão dentro do saco aneurismático. (B), diferentes pressões aferidas dentro do caso aneurismático, respectivamente de cima para baixo: sistólica/diastólica, pressão média e pressão de pulso .....	12
Figura 8 – Exames de imagem do paciente número um. (A) Aortografia pré-operatória mostrando aneurisma de aorta descendente; (B) Corte axial de tomografia pré-operatória mostrando aneurisma ; (C) Angiotomografia de controle mostrando a completa exclusão do saco aneurismático; (D) Corte axial de TC helicoidal demonstrando a completa exclusão do saco aneurismático .....	15
Figura 9 – Exames de imagem do paciente número 2. (A) Aortografia pré-operatória; (B) Aortografia de controle pós-implante, com presença de vazamento tipo I; (C) Angiotomografia de controle mostrando a completa exclusão do saco aneurismático; (D) Corte axial de TC helicoidal demonstrando a completa exclusão do saco aneurismático .....	16
Figura 10 - Exames do paciente número três. (A), Aortografia mostrando aneurisma de aorta descendente; (B) Aortografia de controle pós-implante com a seta mostrando o sensor bem posicionado; (C) Angiotomografia de controle mostrando a completa exclusão do saco aneurismático; (D) Corte axial de TC helicoidal mostrando a total exclusão do saco aneurismático .....	17



Figura 11 - Gráfico demonstrando os valores encontrados nas pressões no decorrer do acompanhamento do paciente número um .....	18
Figura 12 - Gráfico demonstrando os valores encontrados nas pressões no decorrer do acompanhamento do paciente número dois .....	19
Figura 13 - Gráfico demonstrando os valores encontrados nas pressões no decorrer do acompanhamento do paciente número três .....	20

## SUMÁRIO

<b>FALSA FOLHA DE ROSTO .....</b>	<b>i</b>
<b>FOLHA DE ROSTO .....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATÓRIA .....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>x</b>

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>MÉTODO .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>Desenho .....</b>	<b>7</b>
<b>3.2</b>	<b>Casuística .....</b>	<b>7</b>
<b>3.3</b>	<b>Pressões Aferidas Durante o Estudo .....</b>	<b>8</b>
<b>3.4</b>	<b>Descrição das Endopróteses Usadas .....</b>	<b>8</b>
<b>3.5</b>	<b>Descrição do Sensor de Pressão Utilizado .....</b>	<b>10</b>
<b>3.6</b>	<b>Descrição da Técnica .....</b>	<b>13</b>
<b>3.7</b>	<b>Acompanhamento Pós-operatório .....</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>25</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>26</b>
	<b>NORMAS ADOTADAS .....</b>	<b>29</b>
	<b>FICHA DE AVALIAÇÃO .....</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A palavra aneurisma deriva do grego e significa dilatação. Define-se aneurisma como a dilatação maior do que 50% do diâmetro esperado de um vaso em determinada localização. O aneurisma de aorta torácica (AAT) é definido como toda e qualquer dilatação entre o anel valvar aórtico e o hiato diafragmático.<sup>1</sup>

Os aneurismas podem ser classificados quanto a sua forma em saculares, quando envolvem somente uma das paredes do vaso; fusiformes quando afetam toda a circunferência de um segmento vascular; e dissecantes quando há uma ruptura da camada interna da artéria com conseqüente descolamento da camada íntima, formando uma falsa luz dentro da parede arterial. De acordo com o local do orifício de entrada o aneurisma dissecante pode ser dos tipos I, II e III, segundo a classificação de DeBakey, ou dos tipos A e B, conforme a classificação de Daily, da Universidade de Stanford. O tipo A inicia-se na aorta ascendente e pode terminar antes da emergência do tronco braquiocefálico (tipo I de DeBakey) ou pode estender-se até a aorta torácica descendente e abdominal (tipo II de DeBakey). O aneurisma dissecante do tipo B inicia-se após a artéria subclávia esquerda (tipo III de DeBakey).<sup>2</sup>

Quanto a sua localização, os aneurismas podem afetar qualquer parte da aorta, sendo o local mais acometido a porção infra-renal.<sup>3</sup>

A incidência do AAT nos Estados Unidos é de 6 casos em cada 100.000 pessoas por ano. A maior expectativa de vida e a evolução dos métodos de diagnóstico por imagens parecem contribuir para o aumento dessa incidência.<sup>4</sup>

Sua etiologia ainda não é totalmente bem definida, sendo considerada como multifatorial. A patogenia do aneurisma envolve predisposição genética, envelhecimento, aterosclerose, inflamação e ativação de enzimas proteolíticas. A principal causa dos aneurismas de aorta é a degeneração da parede vaso (aterosclerose), raramente são de outras etiologias como trauma, sífilis, inflamatório e micótico. Outros aspectos clínicos também estão associados ao surgimento do aneurisma, tais como história familiar, sexo masculino, idade avançada, tabagismo, obesidade, doença coronariana, hipertensão e dislipidemias.<sup>5</sup>

Por outro lado, a dissecação aórtica ainda tem suas causas frequentemente desconhecidas, mas sabe-se que 70% destes pacientes apresentam hipertensão arterial sistêmica e 90% deles apresentavam uma hipertrofia de ventrículo esquerdo em necropsias.<sup>6</sup>

A maioria dos aneurismas de aorta torácica é assintomático, porém a compressão provocada pelo aneurisma ou a erosão de tecidos próximos podem provocar sintomas como dor torácica, tosse, rouquidão e disfagia.<sup>7</sup>

Apesar da evolução natural do AAT não esta totalmente bem definida, sabe-se que quando não tratado possui uma elevada taxa de mortalidade. No trabalho de Pressler e McNamara, aonde foi realizado o acompanhamento de 22 pacientes com AAT submetidos a tratamento clínico, 9 destes morreram por expansão e ruptura do aneurisma; 7 morreram por complicações cardiovasculares, obtendo uma taxa média de sobrevida foi inferior a 3 anos.<sup>8</sup> Crawford demonstrou em um grupo de 94 pacientes com aneurismas torácicos acompanhados clinicamente, que a taxa de sobrevida em 2 anos e em 5 anos, foi de 24% e 19%, respectivamente.<sup>9</sup> Bickerstaff no seu estudo sobre pacientes com aneurisma de aorta torácica descendente tratados clinicamente, relatou sobrevida de 28,7% e 19% aos 2 e 5 anos, respectivamente. Em ambos os estudos a maioria das causas de óbito foi a rotura do aneurisma.<sup>10</sup>

A maior parte dos pacientes com dissecção aguda da aorta não tratada morre por complicações nas primeiras duas semanas. A taxa de mortalidade excede os 50% em 48 horas e 80% nas duas semanas seguintes quando o envolvimento é da aorta ascendente. A dissecção aórtica distal se não tratada possui taxa de mortalidade de 40% nos primeiros 30 dias e seguida de 20% ao ano nos pacientes com dissecção crônica. A morte, assim como nos aneurismas degenerativos, é principalmente provocada por rotura.<sup>11</sup>

Por muitos séculos a doença aneurismática aórtica foi considerada como intratável, até que em 1951, Charles Dubost e Jacques Oudot utilizaram homoenxertos arteriais retirados de cadáver no tratamento da oclusão da aorta terminal e no aneurisma de aorta abdominal (AAA).<sup>12</sup> A técnica cirúrgica sofreu avanços e melhorias e acabou se concretizando como tratamento eficaz para aneurismas.

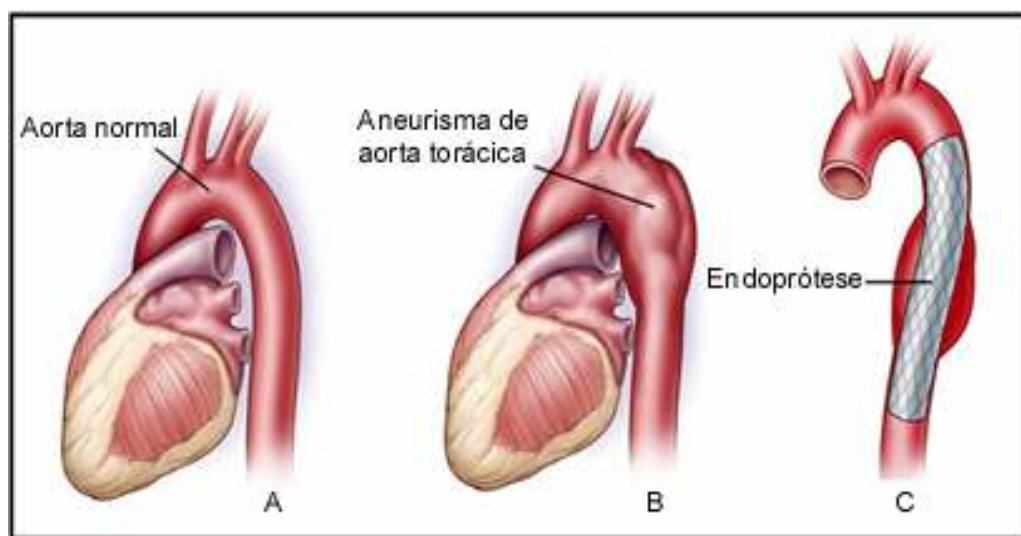
O reparo cirúrgico de pacientes portadores de AAT está indicado nos casos de aneurismas sintomáticos, aneurismas com diâmetro maior que 6 cm e/ou com crescimento superior de 6mm/ano.<sup>7</sup>

O procedimento cirúrgico consiste no acesso do aneurisma através de toracotomia ou toracofrenolaparotomia e a sua substituição por uma prótese. Mesmo com os avanços técnicos obtidos, esse procedimento ainda conta com uma alta taxa de mortalidade, (2 a 12% em 30 dias), além de complicações que incluem falência respiratória, infarto do miocárdio e distúrbios neurológicos.<sup>13</sup>

Com os trabalhos de Juan Carlos Parodi em 1990, vislumbrou-se uma possibilidade de tratamento dos aneurismas por uma técnica minimamente invasiva e conseqüentemente com menos morbimortalidade do que as técnicas convencionais. Originalmente a proposta de Parodi consistia em tratar o aneurisma por de um acesso remoto (artéria femoral) através do qual era introduzido um cateter que continha uma endoprótese construída a partir de dois stents Palmaz fixos nas extremidades de um tubo de Dacron aplicado com o auxílio de um balão expansível.<sup>14</sup> Surgia então, a técnica de reparo endovascular de aneurismas, que tem como objetivo maior à diminuição da pressão sanguínea nas paredes arteriais comprometidas, diminuindo assim o risco de ruptura.

Após mais de uma década de evolução tecnológica, atualmente as endopróteses são constituídas de um enxerto sintético, freqüentemente politetrafluoretileno expandido (ePTFE), poliéster (Dacron) ou politetrafluoretileno expandido heterogêneo (hePTFE), fixado a uma estrutura metálica flexível auto-expansível, ou balão expansível. Este esqueleto é fabricado com diferentes ligas metálicas como nitinol (NiTi), o aço inoxidável, ou Elgiloy (aço, cobalto, molibdênio). Podem ser retas ou bifurcadas. As bifurcadas mais freqüentemente são modulares isto é, composta de duas partes.<sup>15</sup>

O tratamento endovascular (EVAR) consiste na inserção da endoprótese, guiada por cateter, através da incisão femoral uni ou bilateral até o sitio de localização do aneurisma (figura 1).<sup>15</sup>



**Figura 1** – Desenho esquemático mostrando aorta torácica normal (A), um aneurisma de aorta torácica (B), e uma endoprótese inserida no interior do aneurisma (C).

Trata-se de técnica minimamente invasiva, que proporciona um menor tempo do paciente em unidade de terapia intensiva (UTI), reduzida perda sanguínea e, conseqüentemente menor taxa de mortalidade.<sup>15</sup>

Apesar de todo o avanço tecnológico, o tratamento endovascular também possui suas complicações. A principal delas é a repressurização do saco aneurismático resultando na manutenção das pressões elevadas dentro do aneurisma, esse fenômeno geralmente é resultado de um vazamento (*endoleak*). Os vazamentos podem ser classificados em 4 tipos, no tipo I é devido a uma falha na junção da endoprótese no sítio proximal ou distal; tipo II se deve ao fluxo de ramos colaterais; o tipo III é devido à desconexão dos módulos ou ruptura do material da endoprótese; e o tipo IV se deve ao fluxo sanguíneo pela porosidade do material. Particularmente nos AAT, devido a complexa anatomia do arco aórtico e das tortuosidades apresentadas pela aorta próximo ao diafragma, o *endoleak* do tipo I é mais freqüente.<sup>16</sup>

Outras complicações são a migração da endoprótese, ruptura da artéria na passagem do dispositivo, paraplegia e a endotensão (*endotension*), que é a expansão do aneurisma sem a presença visível de vazamentos, provocada pela permanência do fluxo dentro do saco aneurismático que não consegue ser visualizado pelos métodos convencionais de imagem.<sup>16</sup>

O acompanhamento do paciente após a inserção da endoprótese tem como finalidade principal verificar a existência de repressurização do saco aneurismático. O método de escolha são os exames de imagem, como aortografia, tomografia computadorizada (TC) e ressonância nuclear magnética (RM). Cada um desses exames possui limitações inerentes a sua técnica. No trabalho de Baum *et al* foi demonstrado que nos pacientes com AAA tratados por endoprótese, apenas 68,5% daqueles que supostamente tiveram o saco aneurismático excluído, demonstrado pela arteriografia e pela tomografia, apresentaram diminuição no seu volume em 2 anos de estudo.<sup>17</sup>

É nesse ambiente que surge um novo método para realização do acompanhamento após o tratamento endovascular. O uso de sensor de pressão (SP) inserido junto a endoprótese tem como objetivo a possibilidade de averiguação da pressão intra-saco, desde o momento de sua inserção até um acompanhamento em longo prazo. Com a utilização deste tipo de dispositivo é possível monitorar a distância a evolução da pressão de pulso intra-saco sem nenhum risco ou desconforto ao paciente.<sup>18</sup>

O primeiro relato com a utilização de sensores em humanos foi realizado por Ellozy *et al*<sup>18</sup>. O sensor utilizado no seu estudo é baseado na tecnologia de ultra-som para a obtenção dos dados. Outro tipo de sensor, foi desenvolvido pela empresa CardioMEMS Inc, que utiliza

a tecnologia de radiofrequência que é ativada através de uma antena externa que capta e registra os dados obtidos pelo sensor. O primeiro estudo que comprovou a eficácia deste método foi realizado em vários centros dos Estados Unidos e América Latina (APEX Trial CardioMems, Inc., Atlanta, GA) e utilizou somente pacientes portadores de AAA.<sup>19</sup>

Atualmente o sensor de pressão CardioMEMS já está aprovado pelo FDA (*Food and Drug Administration*) sendo disponível comercialmente nos Estados Unidos. Nesse trabalho é relatada a experiência inicial com a utilização desta tecnologia em aneurismas de aorta torácica.

## **2 OBJETIVO**

Descrever a experiência inicial com a utilização de sensor de pressão CardioMEMS no tratamento endovascular de aneurisma de aorta torácica.



## **3 MÉTODO**

### **3.1 Desenho do estudo**

Trata-se de um estudo observacional, retrospectivo, do tipo série de casos onde serão avaliados prospectivamente 25 pacientes portadores de Aneurisma de Aorta Torácica tratados por técnica endovascular e que receberão o sensor de pressão.

Neste trabalho relatamos a experiência inicial com os três primeiros pacientes desta série.

### **3.2 Casuística**

Foram analisados dados de 3 pacientes com aneurisma de aorta torácica, com tratamento endovascular realizado na clínica Imagem do Hospital de Caridade. Todos os pacientes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

#### **3.2.1 Critérios de inclusão e exclusão**

Os pacientes analisados preencheram todos os itens dos critérios de inclusão, e nenhum critério de exclusão foi aplicado a qualquer um dos pacientes. Os critérios são demonstrados no Quadro 1.

**Quadro 1** – Critérios de inclusão do paciente.

<b>Inclusão</b>	<b>Exclusão</b>
1. Paciente masculino ou feminino, com pelo menos 18 anos de idade.	Paciente grávida.
2. Paciente receberá endoprótese comercialmente disponível para o tratamento de aneurismas fusiformes de aorta descendente.	Pacientes com expectativa de vida menor de 1 ano
3. Paciente tem espaço adequado dentro do saco aneurismático (mais que 10 mm de espaço livre no lúmen, e mais de 30 mm após a colocação da prótese) para inserção do sensor.	Paciente apresenta dissecção ou ruptura, aguda ou crônica, de aneurisma torácico.
4. Paciente com desejo de seguir os requerimentos do acompanhamento da pesquisa.	Paciente com peso maior de 160 Kg.
5. Paciente que assinou o termo de consentimento informado.	Paciente que esta participando de estudos sobre endopróteses para AAT

FONTE: Termo de consentimento livre e esclarecido CardioMEMS, 2005.

### **3.3 Pressões aferidas durante o estudo**

#### **3.3.1 Pressão Sistólica**

É a pressão mais elevada verificada nas artérias durante a fase de sístole do ciclo cardíaco, é também chamada de pressão máxima.

#### **3.3.2 Pressão Diastólica**

É a pressão mais baixa detectada no sistema arterial sistêmico, observada durante a fase de diástole do ciclo cardíaco. É também denominada de pressão mínima.

### 3.3.3 Pressão arterial média (PAM)

A pressão arterial média representa o componente fixo da pressão arterial e é uma função da contratilidade ventricular esquerda, frequência cardíaca e da resistência vascular sistêmica. Pode ser aproximadamente estimada com a fórmula:  $PAM = Pressão\ diastólica + \frac{1}{3} (pressão\ sistólica - pressão\ diastólica)$ .

### 3.3.4 Pressão de pulso

A pressão de pulso é o resultado da contração cardíaca e das propriedades da circulação arterial, representando o componente pulsátil da pressão arterial, é influenciada pela fração de ejeção, rigidez das grandes artérias, redução precoce da onda de pulso e também pela frequência cardíaca. Pode ser calculada pela diferença entre a pressão arterial sistólica e a pressão diastólica.

## 3.4 Descrição das endopróteses usadas

### 3.4.1 Descrição da endoprótese Apolo®

Endoprótese tipo modular, autoexpansível, contendo uma estrutura interna de Nitinol (liga de níquel e titânio) e recoberta de ePTFE (politetrafluoretileno expandido). Contendo marcas radiopacas de ouro proximais e distais no corpo da endoprótese, para uma melhor visualização através da fluoroscopia (Figura 2).<sup>20</sup>



**Figura 2** – Foto da endoprótese Apolo®.

### 3.4.2 Descrição da endoprótese TAG<sup>®</sup> Gore-Tex

Dispositivo endoluminal produzido pela empresa W.L. Gore and Associates, disponível nos modelos reto e bifurcado, esse sistema é composto de um exoesqueleto de Nitinol e revestido internamente com PTFE<sup>®</sup> ultrafino. É um dispositivo modular, auto-expansível e que contém farpas nas suas extremidades (Figura 3).<sup>20</sup>



**Figura 3** – Desenho esquematizado da endoprótese Gore-Tex<sup>®</sup> em aneurisma de aorta torácica.

## 3.5 Descrição do sensor de pressão utilizado

### 3.5.1 Sensor de pressão

Possui dimensões aproximadas de 30 x 35 mm. Sua construção se dá em várias camadas; a mais externa, feita de silicone, envolve completamente o sensor e representa o único componente que entra em contato com o paciente.

Um capacitor é formado na estruturação das camadas. Espirais na primeira e na última camada formam componentes de indução no circuito elétrico. Ao introduzir corrente no sensor,

observa-se oscilação energética a qual irá variar em certa frequência. Alterações na frequência ressonante serão em proporção direta à força aplicada à superfície do sensor. Assim sendo, a pressão no interior do saco aneurismático pode ser transmitida ao sensor.

Permite-se a comunicação, sem utilização de fios, entre o sensor e o sistema eletrônico. Isso se deve à presença do indutor na composição do sensor, sendo possível à acoplagem eletromagnética ao sensor e a indução de corrente no circuito.

O sensor de pressão CardioMEMS<sup>®</sup> está representado na Figura 4.



**Figura 4** – Foto do sensor de pressão CardioMEMS<sup>®</sup>.

### 3.5.2 Sistema de disparo

O sensor é fornecido já pré-montado em um sistema introdutor, o qual é inserido através de uma bainha 14 Fr (Figura 5). O sistema introdutor é posicionado dentro do aneurisma antes da colocação da endoprótese. O sensor será liberado do sistema de disparo após confirmar a exclusão do saco aneurismático e posterior a retirada do fio-guia que prendia o sensor.



**Figura 5** – Foto do dispositivo de disparo do sensor de pressão CardioMEMS®.

### 3.5.3 Sistema de recepção de dados

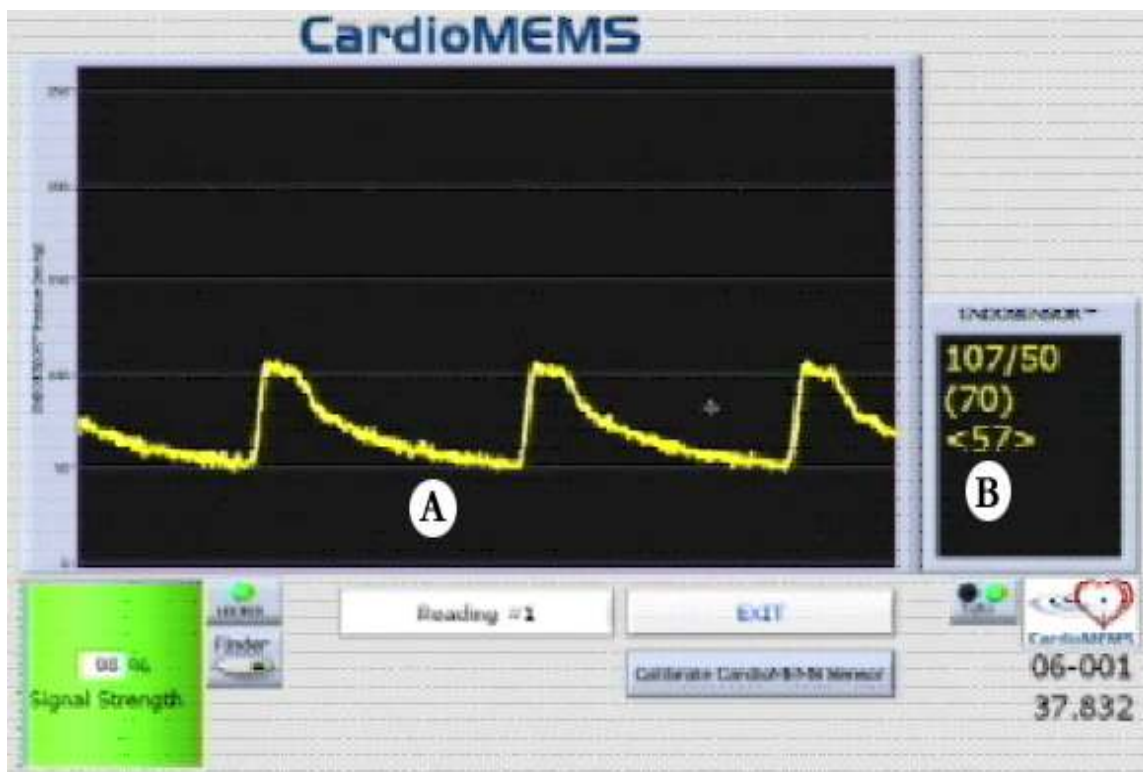
Dentre seus componentes encontra-se o circuito utilizado na mensuração da pressão. O sistema interage com a antena (necessária para acoplar de forma eletromagnética com o sensor), a qual é colocada de encontro ao corpo do paciente em local próximo à colocação do sensor (Figura 6), medindo a frequência ressonante deste e mostrando os resultados na tela do computador.



**Figura 6** – Foto do sistema receptor dos dados enviados pelo sensor da CardioMEMS®.

### 3.6 Descrição da técnica

O processo cirúrgico é realizado com o paciente sob anestesia regional ou geral. É inserido o dispositivo de disparo através de uma bainha 14 Fr na artéria femoral dissecada. Introduz-se, pela artéria femoral contralateral, o corpo principal da endoprótese. Logo após a introdução da endoprótese o sistema de disparo é liberado, permanecendo no fio-guia. Então, o corpo principal da endoprótese é alojado. Após calibrar o sensor (de acordo com a medidas da pressão arterial média), este realiza a “Leitura 1” das pressões intra-saco (Figura 6). O sensor é então liberado do fio-guia e realizado a “Leitura 2” das pressões intra-saco; as pressões invasivas e não-invasivas são medidas novamente, conforme descrito na “Leitura 1”. E o procedimento é então finalizado.



**Figura 7** – Onda de pressão e níveis pressóricos mostrados pelo sensor durante a “Leitura 1”. (A), onda de pressão dentro do saco aneurismático. (B), diferentes pressões aferidas dentro do caso aneurismático, respectivamente de cima para baixo: sistólica/diastólica, pressão média e pressão de pulso.

### **3.7 Acompanhamento pós-operatório.**

O protocolo da CardioMEMS propõe um seguimento de 12 meses, com medidas de pressão intra-saco sendo realizadas através do sensor de pressão, e a pressão arterial sistêmica sendo medida por um esfigmomanômetro, no primeiro dia do pós-operatório, em 30 dias, 6 meses e 12 meses. Em nenhum momento do pós-operatório se propõe o uso de métodos invasivos para aferir a pressão do saco aneurismático.



## 4 RESULTADOS

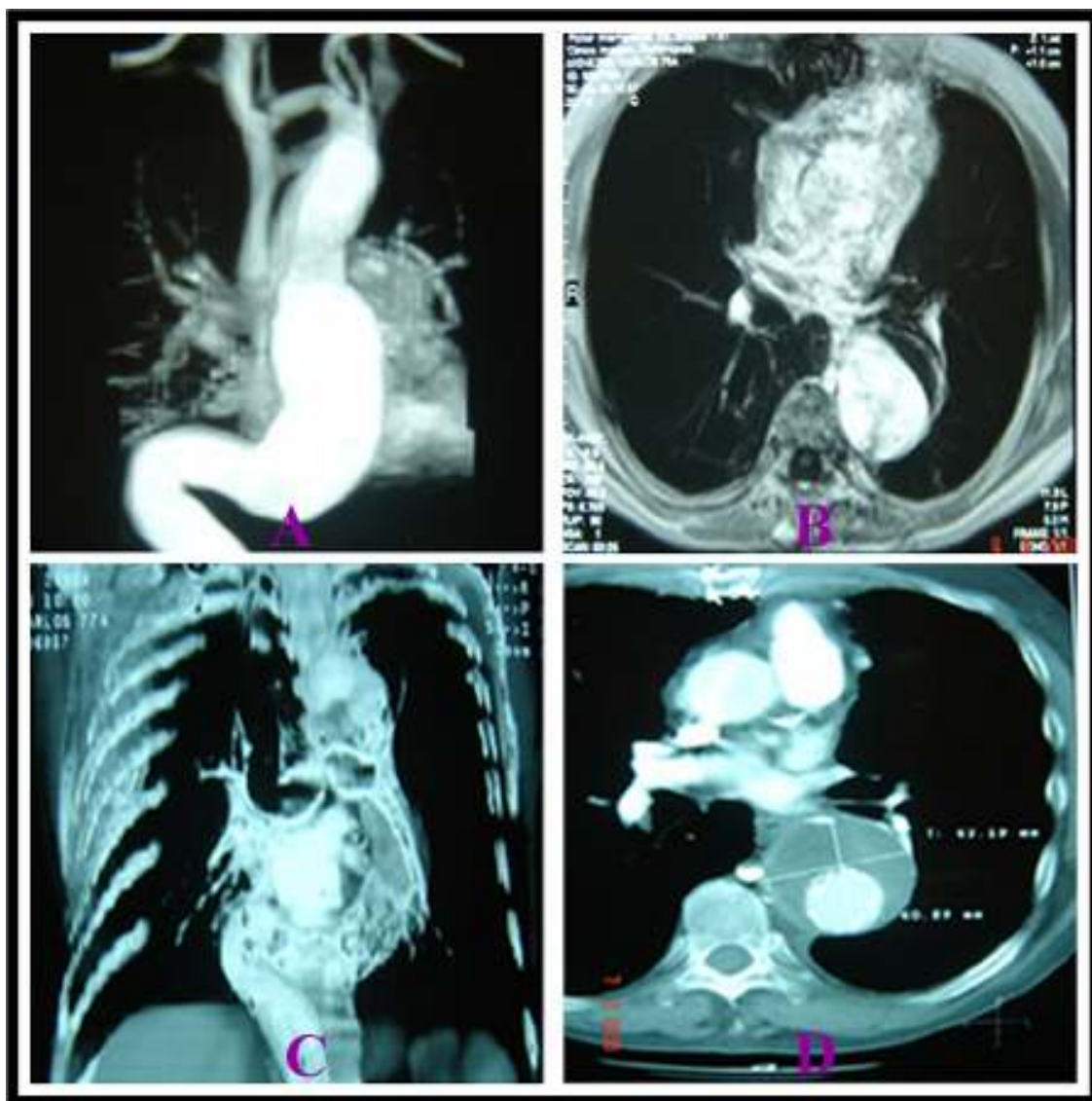
Ao todo 3 pacientes receberam o sensor de pressão em conjunto com a endoprótese com sucesso na implantação em todos os casos. Os dados de todos os pacientes foram analisados e não houve exclusão de nenhum no seguimento do estudo. O paciente número um realizou acompanhamento até os 6 meses posteriores a cirurgia, no restante o acompanhamento foi feito até 30 dias de pós-operatório.

Os 3 pacientes analisados apresentavam aneurisma de aorta torácica descendente. O paciente número um foi tratado com duas endopróteses retas do tipo Apollo® Nano Endoluminal. O paciente número dois recebeu uma endoprótese do tipo Gore-Tex® e, o paciente número três, recebeu duas endopróteses também do tipo Gore-Tex®. Todos os pacientes analisados eram do sexo masculino, com uma média de idade de 64,33 anos (variando de 56 a 77 anos).

Nos 3 casos estudados, houve um perfeito funcionamento do sensor, sendo possível assim, fazer a medida das leituras das pressões intra-saco captadas pelo sistema, Foi utilizado para este trabalho a última leitura do sensor no dia de sua inserção, a leitura realizada com 30 dias e no paciente número um também foi utilizada a leitura de pressão com 6 meses de acompanhamento.

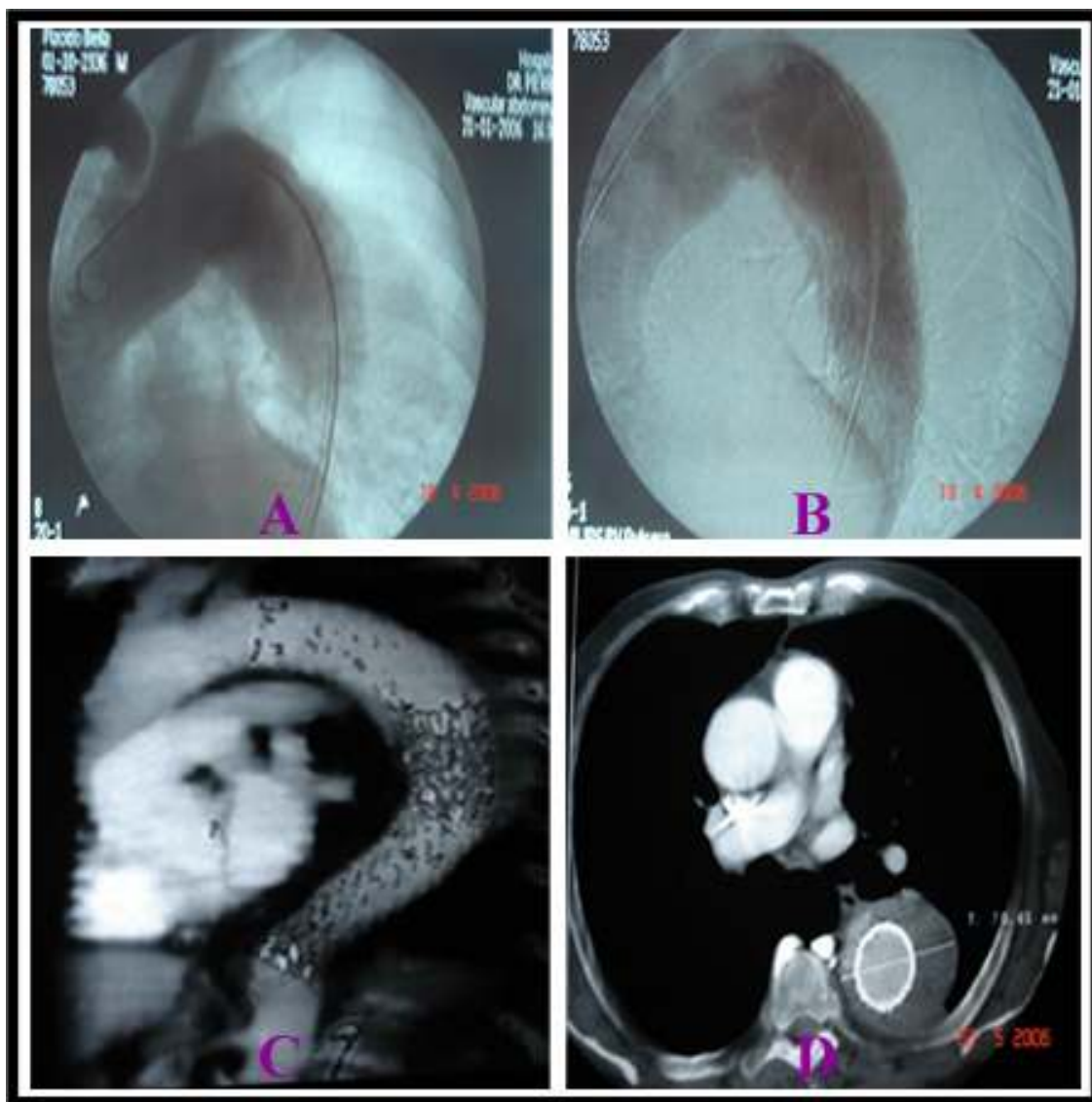
Em todos os pacientes houve uma completa exclusão do saco aneurismático, demonstrado e confirmado pela tomografia de controle e pelo decréscimo nas medidas da pressão intra-saco aferidas pelo sensor.

Os exames de imagem do paciente número um estão demonstrados na figura 8.



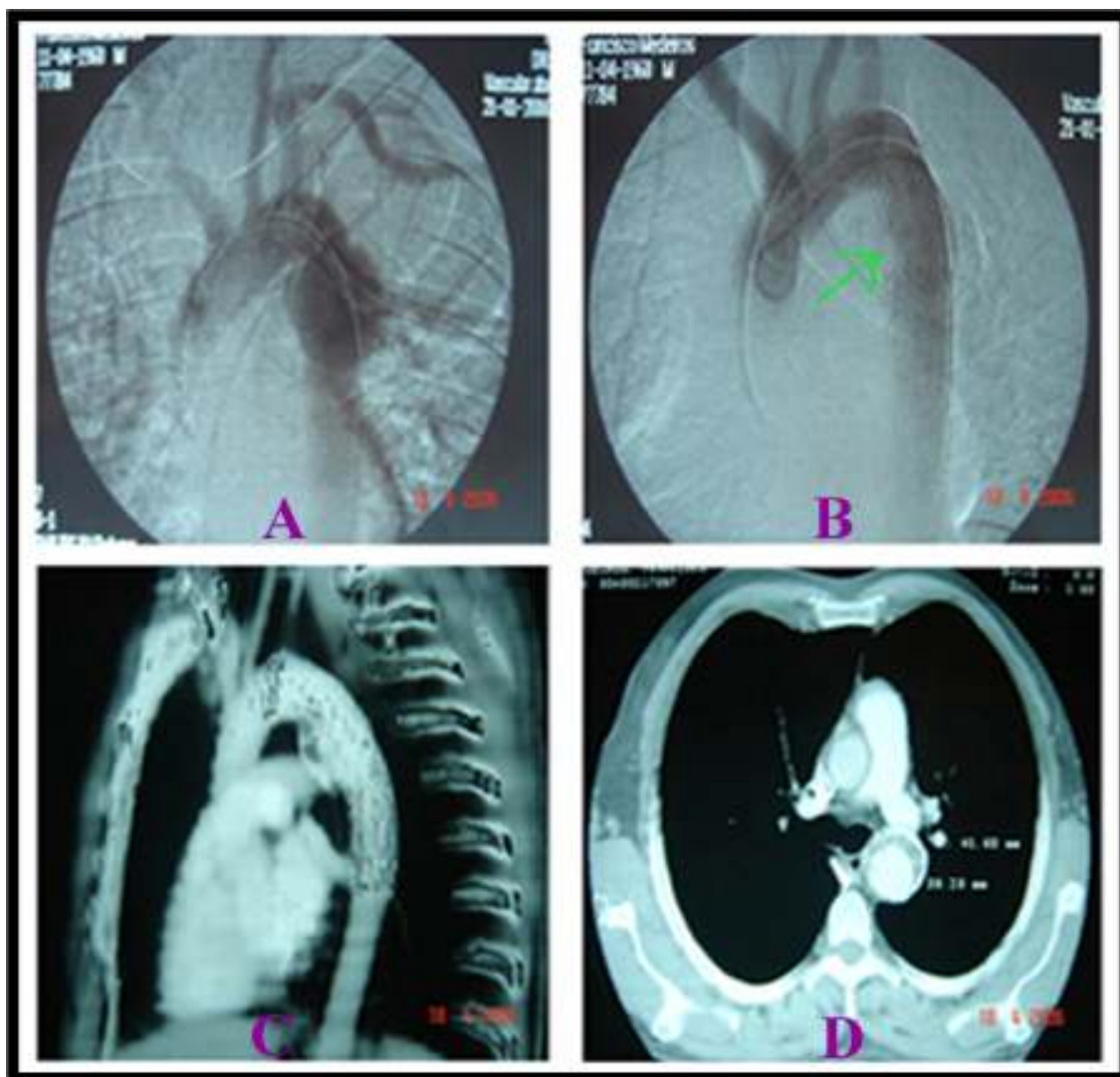
**Figura 8** – Exames de imagem do paciente número um. (A) Aortografia pré-operatória mostrando aneurisma de aorta descendente; (B) Corte axial de tomografia pré-operatória demonstrando aneurisma; (C) Angiotomografia de controle mostrando a completa exclusão do saco aneurismático; (D) Corte axial de TC helicoidal demonstrando a exclusão total do saco aneurismático.

Os exames de imagem do paciente número dois estão demonstrados na figura 9.



**Figura 9** – Exames de imagem do paciente número 2. (A) Aortografia pré-operatória; (B) Aortografia de controle pós-implante, com presença de vazamento tipo I. (C) Angiotomografia de controle mostrando a completa exclusão do saco aneurismático; (D) Corte axial de TC helicoidal demonstrando a exclusão total do saco aneurismático.

Os exames de imagem do paciente de número três encontram-se demonstrados na figura 10.

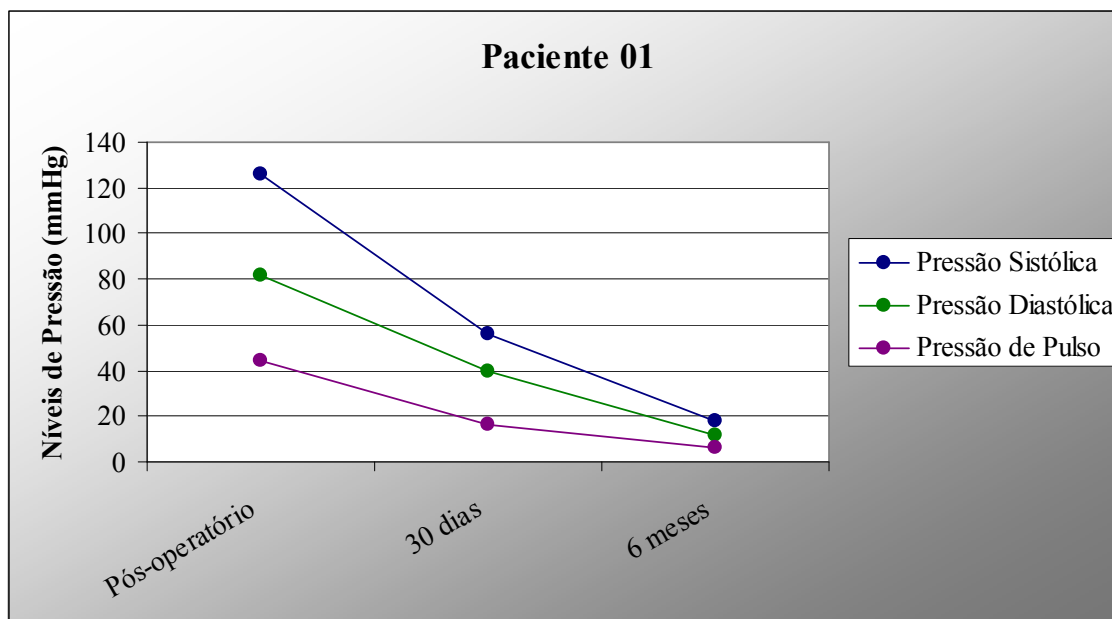


**Figura 10** – Exames do paciente número três. (A), Aortografia mostrando aneurisma de aorta descendente; (B) Aortografia de controle pós-implante com a seta mostrando o sensor bem posicionado; (C) Angiotomografia de controle mostrando a completa exclusão do saco aneurismático; (D) Corte axial de TC helicoidal mostrando a total exclusão do saco aneurismático.

As medidas de pressão encontradas no paciente de número um estão demonstradas na tabela 1 e na figura 11.

**Tabela 1** – Dados de pressões obtidos pelo sensor no decorrer do estudo.

	<b>Pós-operatório</b>	<b>30 Dias</b>	<b>6 Meses</b>
<b>Pressão Sistólica</b>	126 mmHg	56 mmHg	18 mmHg
<b>Pressão Diastólica</b>	82 mmHg	40 mmHg	12 mmHg
<b>Pressão de Pulso</b>	44 mmHg	16 mmHg	6 mmHg

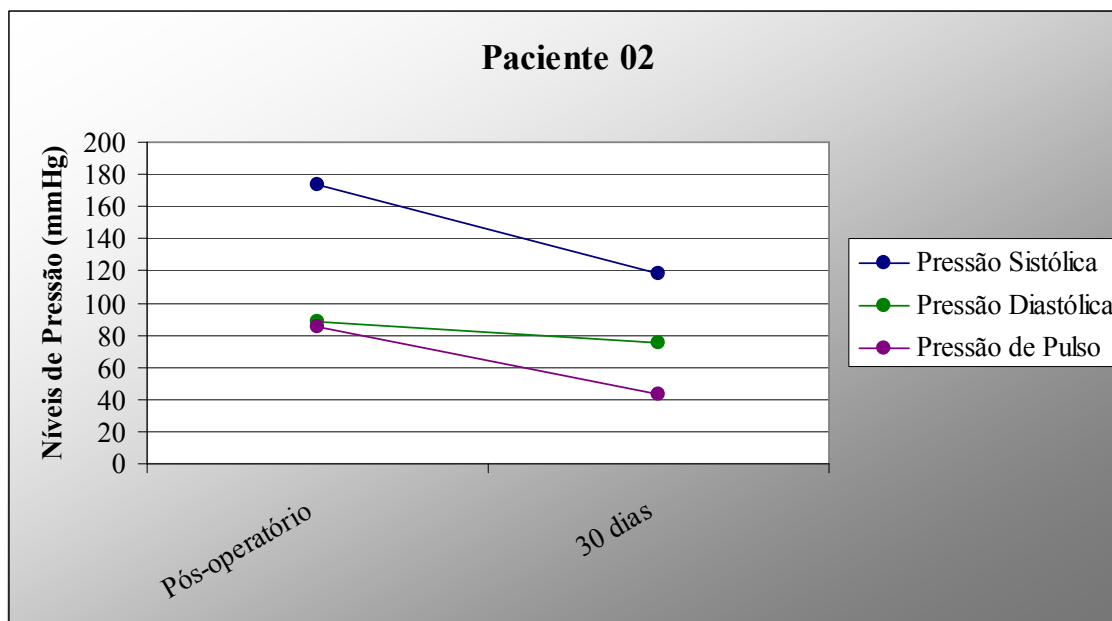


**Figura 11** – Gráfico demonstrando os valores encontrados nas pressões no decorrer do acompanhamento do paciente número um.

As medidas das pressões intra-saco encontradas no paciente de número dois estão demonstradas na tabela 2 e na figura 12.

**Tabela 2** – Dados de pressões obtidos pelo sensor no decorrer do estudo

	Pós-operatório	30 Dias
<b>Pressão Sistólica</b>	173 mmHg	118 mmHg
<b>Pressão Diastólica</b>	88 mmHg	75 mmHg
<b>Pressão de Pulso</b>	85 mmHg	43 mmHg

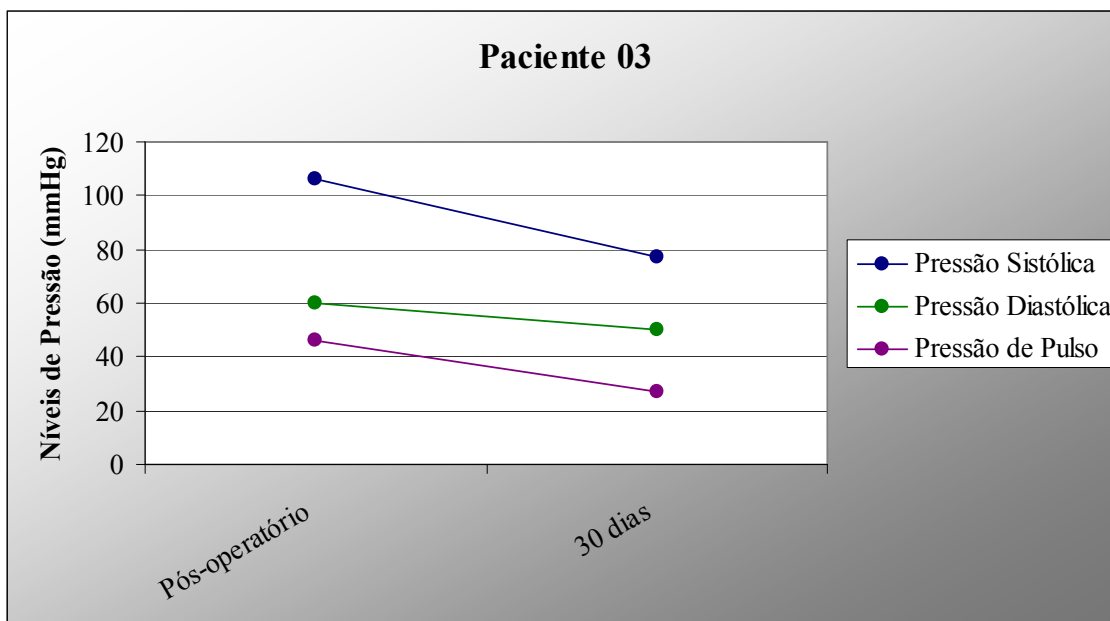


**Figura 12** – Gráfico demonstrando os valores encontrados nas pressões no decorrer do acompanhamento do paciente número dois.

Os dados de pressão intra-saco encontrados no paciente de número 3 encontram-se demonstrados na tabela 3 e na figura 13.

**Tabela 3** – Dados de pressões obtidos pelo sensor no decorrer do estudo

	Pós-operatório	30 Dias
<b>Pressão Sistólica</b>	106 mmHg	77 mmHg
<b>Pressão Diastólica</b>	60 mmHg	50 mmHg
<b>Pressão de Pulso</b>	46 mmHg	27 mmHg



**Figura 13** – Gráfico demonstrando os valores encontrados nas pressões no decorrer do acompanhamento do paciente número três.

## 5 DISCUSSÃO

O tratamento endovascular para exclusão de aneurismas tem-se mostrado como um método novo e promissor. Apesar do sucesso técnico durante a implantação do dispositivo, as complicações como migração e ou persistência do fluxo sanguíneo no interior do saco aneurismático podem ainda ser identificada em 15 a 50% dos pacientes após o tratamento endovascular. Nos aneurismas torácicos tratados por essa técnica a presença de vazamentos do tipo I é mais significativa devido à complexa anatomia do arco aórtico e as tortuosidades apresentadas pela aorta torácica em sua porção terminal, próximo ao diafragma.<sup>21</sup>

A principal complicação provocada pelos vazamentos intra-saco é a manutenção das pressões em seu interior, com o risco de aumento do seu crescimento e a possibilidade de ruptura. Com isso fica claro que o acompanhamento pós-operatório dos pacientes tratados por endopróteses é necessário e mandatório.<sup>22</sup>

Exames de imagem como a tomografia computadorizada helicoidal, a ressonância magnética e a angiografia continuam sendo o método de escolha para o acompanhamento desses pacientes. Apesar de métodos seguros e na maioria das vezes eficazes, ainda apresentam limitações e complicações relacionadas ao seu uso, como a exposição à radiação, a nefrotoxicidade provocada pelos sais de iodo do contraste em pacientes nefropatas, a impossibilidade de se fazer à mensuração das pressões no saco aneurismático residual além do seu alto custo. Por outro lado, mesmo quando estas explorações são realizadas com segurança, em alguns pacientes o vazamento pode não ser identificado. A possibilidade da presença de endopressão ficará assim determinada pela ausência de diminuição do diâmetro do saco aneurismático ou até aumento do mesmo documentado pela TC ou RM. Este fenômeno traduz a persistência de pressão intra-saco.<sup>21</sup>

Uma das maneiras de confirmar a pressurização do saco aneurismático é realizar a medição da pressão em seu interior fazendo o uso de cateteres intra-saco. Trata-se de um método invasivo realizado por punção percutânea pela qual é inserido um cateter conectado a um monitor de pressão invasiva, ou a uma coluna líquida. Os cateteres que utilizam uma coluna líquida como forma de averiguação da pressão possuem limitações para seu uso. Erros na leitura dos dados podem acontecer nos casos do uso de um cateter muito longo ou na presença de bolhas ou trombos no interior da coluna líquida. Os conectados a um monitor



eletrônico de pressão invasiva também são passíveis de erros se considerarmos que a punção pode estar fora do canal do vazamento e localizado dentro do trombo mural. A necessidade de se realizar uma punção para a implantação do cateter toda vez que for preciso averiguar as pressões intra-saco é outra limitação deste método, além de se tratar de um procedimento invasivo com chances maiores de infecção e rompimento da endoprótese ou do próprio aneurisma durante seu posicionamento. Apesar de ser um método eficaz essas complicações e inconveniências tornam impraticável seu uso na prática clínica.<sup>23</sup>

A idéia da possibilidade de construção e utilização de um dispositivo de monitorização da pressão intra-saco com a utilização de sensores implantados durante o tratamento endovascular, e que não exigem nenhum tipo de conexão com o exterior ou bateria para seu funcionamento representou um desafio a diferentes grupos de pesquisadores. Atualmente existem dois tipos de tecnologia que permitem o monitoramento remoto da pressão intra-saco. Uma delas tem base no ultra-som. O método tem as mesmas limitações dos exames de ultra-som, além de ser explorador dependente e necessitar um técnico para sua execução. Outra característica importante é que o sensor tem que ser previamente fixado às paredes da endoprótese antes do implante da mesma.<sup>18</sup> A outra tecnologia utilizada (MEMS, micro-electrical-mechanical-systems) se baseia em radiofrequência, não é explorador dependente podendo ser aferida até mesmo pelo paciente, e o sensor será implantado durante o implante do corpo principal da endoprótese por uma via contra-lateral, independentemente do tipo de endoprótese escolhido.<sup>19</sup>

O uso de sensores de pressão (SP) é a mais nova tecnologia usada com o objetivo de monitorar o pós-operatório dos pacientes tratados com endopróteses. Tais sensores contam com a facilidade de poder aferir os dados pressóricos intra-saco a qualquer momento que se queira e sem nenhum tipo de procedimento invasivo no paciente. A eficácia e segurança desse método na demonstração da exclusão com sucesso do saco aneurismático e no diagnóstico e acompanhamento dos vazamentos encontrados no tratamento endovascular de aneurismas de aorta abdominal foi demonstrado e comprovado no estudo APEX (CardioMems, Inc., Atlanta, GA).<sup>19</sup>

O presente trabalho demonstra a utilização pioneira do sensor de pressão da empresa CardioMEMS Inc. em três pacientes tratados por EVAR em aorta torácica. Foram relatados os resultados iniciais dos três primeiros paciente de um estudo multicêntrico fase I. Os resultados obtidos até o momento foram semelhantes aos encontrados no estudo APEX.

Ficou demonstrado que o uso de SP no acompanhamento dos pacientes é um método seguro e eficaz para averiguar a presença de repressurização do saco aneurismático, que as

medidas de pressão obtidas pelo sensor parecem ter demonstrado com precisão a exclusão dos aneurismas tratados posto que os exames de imagem realizados não demonstraram a presença de nenhum tipo de vazamento ou complicações. Os níveis pressóricos diminuíram com a exclusão do saco aneurismático pela endoprótese e continuaram a diminuir com o transcorrer do estudo.

Apesar de ficar comprovado mais uma vez que o uso de SP para aneurismas tratados por EVAR, independente se de aorta torácica ou abdominal, é um método confiável e competente no seu propósito, ainda trata-se de um trabalho inicial e outros estudos deveram ser feitos para a comprovação destes achados.

## 5 CONCLUSÕES

1. Ficou demonstrado que o uso de sensor de pressão no acompanhamento pós-operatório é um método seguro e eficiente no propósito de averiguar a presença de repressurização do saco aneurismático.
2. As medidas de pressão obtidas pelo sensor parecem ter demonstrado com precisão a exclusão dos aneurismas tratados, posto que os exames de imagem realizados não demonstraram a presença de nenhum tipo de vazamento ou complicações.
3. Os níveis pressóricos diminuíram com a exclusão do saco aneurismático pela endoprótese e continuaram a diminuir com o transcorrer do estudo.

## REFERÊNCIAS

1. Brito CJ, Aneurisma de Aorta Abdominal. In Maffei,FHA. Doenças Vasculares Periféricas 2a edição, Medsi, S.Paulo, 1995:521-541.
2. Herrman, JL. Angiografia nas dissecções aórticas. Revista SOCESP. 2001 Dez; 11(6)
3. Angiologia e cirurgia vascular: Guia ilustrado. Disponível em:  
[http://www.lava.med.br/LIVRO/PDF/Jcbaptista\\_diagnostico\\_aneurisma\\_%20aorta.pdf](http://www.lava.med.br/LIVRO/PDF/Jcbaptista_diagnostico_aneurisma_%20aorta.pdf).
4. Rocha AM da, Mady C.Aneurisma da aorta. Revista SOCESP. 1997 Dez; 8(6).
5. Marino JS, Estenssoro AV. Aneurisma de aorta toracoabdominal – diagnóstico e tratamento. In: Mafei FH, Lastória S, Yoshida WB, Rollo AH. Doenças Vasculares Periféricas. 3ª ed. Rio de Janeiro: Médicas e Científicas Ltda; 2002. p. 1131-48.
6. Borst HG, Heinemann MK, Stone CD. Surgical Treatment of Aortic Dissection. New York: Churchill Livingstone, 1996.
7. Dzau VJ, Creager MA. Doenças da aorta. In: Braunwald E, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL. HARRISON Medicina Interna. 15ª ed. Rio de Janeiro: McGraw Hill; 2002. p. 1511-13.
8. Pressler V & McNamara J J - Thoracic aortic aneurysms: natural history and treatment. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1980; 79: 489-98.
9. Crawford ES. Thoracoabdominal aortic aneurysm: observation regarding the natural course of disease. *J Vasc Surg* 1986; 3: 578-82.
10. Bickerstaff LK, Pairolero PC, Hollier LH *et al*. Thoracic aortic aneurysm: a population based study. *Surgery* 1982; 92: 1.103-8.

11. Almeida IR de, Diniz RV, Silva AC, Carvalho AC de, Palma JH. Dissecções aórticas agudas: abordagem clínica e cirúrgica. *Revista SOCESP*. 1998 Jun; 8(3).
12. Dubost C. The first successful resection of an aneurysm of the abdominal aorta followed by re-establishment of continuity using a preserved human arterial graft. *Ann Vasc Surg* 1986;1:147-9.
13. Crawford E S, Svensson L G, Coselli J S, Safi H J, Hess K R - Aortic dissection and dissecting aneurysms. *Ann Surg* 1988; 208: 254-73.
14. Parodi JC, Palmaz JC, Barone HD., Transfemoral graft implantation for abdominal aortic aneurysm, *Ann Vasc Surg*; 1991: 549-9.
15. Ristow AV, Silveira PG, Tratamento do Aneurisma da Aorta Abdominal pela Técnica Endovascular. In Bonamigo e Von Ristow. *Aneurismas* 1a edição, DiLivros, Porto Alegre ;1999: 97-111.
16. Gorich J, Rilinger N, Sokiranski R, Orend KH, Ermis C, Kramer SC, Brambs HJ, Plassmann LS, Leakages after endovascular repair of aortic aneurysms: Classification based on findings at CT angiography and radiography, *Radiology* 1999;213:767-772
17. Baum RA, Carpenter JP, Cope C, Golden MA, Velazquez OC, Neschis DG, et al. Aneurysm sac pressure measurements after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 2001;33(1):32-41.
18. Ellozy SH, Carroccio A, Lookstein RA, Minor ME, Sheahan CM, Juta J, et al. First experience in human beings with a permanently implantable intrasac pressure transducer for monitoring endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 2004;40(3):405-12.
19. Ohki T. Preliminary results of the CardioMEMS Wireless Pressure Sensor trial: The APEX trial. Disponível em: [http://bibamed.agcl.com/cx\\_2005/1520Ohki.pdf](http://bibamed.agcl.com/cx_2005/1520Ohki.pdf)

20. Silveira PG, Galego GN. Endopróteses revestidas. In: Mafei FH, Lastória S, Yoshida WB, Rollo AH. Doenças Vasculares Periféricas. 3ª ed. Rio de Janeiro: Médica e Científica Ltda; 2002. p. 892-96
21. Marrewijk CV, Buth J, Harris PL, Norgen L, Nevelsteen A, Wyatt MG, Significance of endoleaks after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms: The EUROSTAR experience. J Vasc Surg 2002;35:461-63.
22. White G, Yu W, May J, Chaufour X, Stephen M, Endoleak as a complication of endoluminal grafting of abdominal aortic aneurysms: Classification, incidence, diagnosis and management. J Endovasc Surg 1997;4: 152-168.
23. Sonesson B, Dias N, Malina M, Olofsson P, Griffin D, Lindblad B, et al. Intra-aneurysm pressure measurements in successfully excluded abdominal aortic aneurysm after endovascular repair. J Vasc Surg 2003;37(4):733-8

## **NORMAS ADOTADAS**

Este trabalho foi realizado seguindo a normatização para trabalhos de conclusão do Curso de Graduação em Medicina, aprovada em reunião do Colegiado do Curso de Graduação em Medicina da Universidade Federal de Santa Catarina, em 17 de novembro de 2005.

## FICHA DE AVALIAÇÃO

A avaliação dos trabalhos de conclusão do Curso de Graduação em Medicina obedecerá os seguintes critérios:

1º. Análise quanto à forma (O TCC deve ser elaborado pela Resolução /2005 do Colegiado do Curso de Graduação em Medicina da Universidade Federal de Santa Catarina);

2º. Quanto ao conteúdo;

3º. Apresentação oral;

4º. Material didático utilizado na apresentação;

5º. Tempo de apresentação:

- 15 minutos para o aluno;
- 05 minutos para cada membro da Banca;
- 05 minutos para réplica

DEPARTAMENTO DE: \_\_\_\_\_

ALUNO: \_\_\_\_\_

PROFESSOR: \_\_\_\_\_

NOTA

1. FORMA .....

2. CONTEÚDO .....

3. APRESENTAÇÃO ORAL .....

4. MATERIAL DIDÁTICO UTILIZADO .....

MÉDIA: \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)

Assinatura: \_\_\_\_\_